



**ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ТЕРМИНЫ  
ПО СОПРОТИВЛЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ.  
ВИДЫ НАГРУЗОК И ОСНОВНЫХ  
ДЕФОРМАЦИЙ**

# Основные понятия



Наука, в которой изучаются принципы и методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость называется *сопротивлением материалов*.

*Прочность* – это способность конструкции в определенных пределах воспринимать действие внешних нагрузок без разрушения.

*Жесткость* – это способность конструкции в определенных пределах воспринимать действие внешних нагрузок без изменения геометрических размеров (не деформируясь).

*Устойчивость* – свойство системы самостоятельно восстанавливать первоначальное состояние после того, как ей было дано некоторое отклонение от состояния равновесия.

# Основные понятия



Каждый инженерный расчет состоит из *трех этапов*:

1. *Идеализация объекта* (выделяются наиболее существенные особенности реальной конструкции - создается расчетная схема).

2. *Анализ расчетной схемы*.

3. *Обратный переход* от расчетной схемы к реальной конструкции и формулирование выводов.

Сопротивление материалов базируется на *законах теоретической механики (статики), методах математического анализа, материаловедении*.

# Нагрузка, виды нагрузок



**Нагрузка** – силовое воздействие, вызывающее изменение внутренних сил и деформаций узлов и деталей.

По характеру действия нагрузки делятся на:

- **статические** – прикладывается медленно, возрастая от нуля до конечного значения, и не изменяются;
- **динамические** – изменяют величину или направление за короткий промежуток времени:
  - *внезапные* - действуют сразу на полную силу (колесо локомотива, заезжающего на мост),
  - *ударные* – действуют на протяжении короткого времени (дизель-молот),
  - *циклические* (нагрузка на зубья зубчатого колеса).

# Нагрузка, виды нагрузок



***Распределенные силы*** – силы, которые распределены по линии, объему или поверхности (например, сила, с которой жидкость давит на дно сосуда).

***Внешние силы*** (нагрузки) – это активные силы и реакции связи.

***Внутренними силами*** называют силы взаимодействия между отдельными частями детали, возникающие под действием внешних сил.

# Деформации



Изменение формы и размеров тела под действием внешних сил называется *деформацией*.

Деформации бывают:

- *упругие* - исчезают после прекращения действия вызвавших их сил;
- *пластические* - не исчезают после прекращения действия вызвавших их сил.

# Деформации



*В зависимости от характера внешних нагрузок различают виды деформаций:*

- растяжение-сжатие – состояние сопротивления, которое характеризуется удлинением или укорочением,
- сдвиг – смещение двух соприкасающихся поверхностей относительно друг друга при неизменном расстоянии между ними,

# Деформации



В зависимости от характера внешних нагрузок различают виды деформаций:

- кручение – взаимный поворот поперечных сечений относительно друг друга,
- изгиб – состоит в искривлении оси.

# Деформации



*Линейные деформации* связаны с перемещением точек или сечений вдоль прямой линии (растяжение, сжатие).

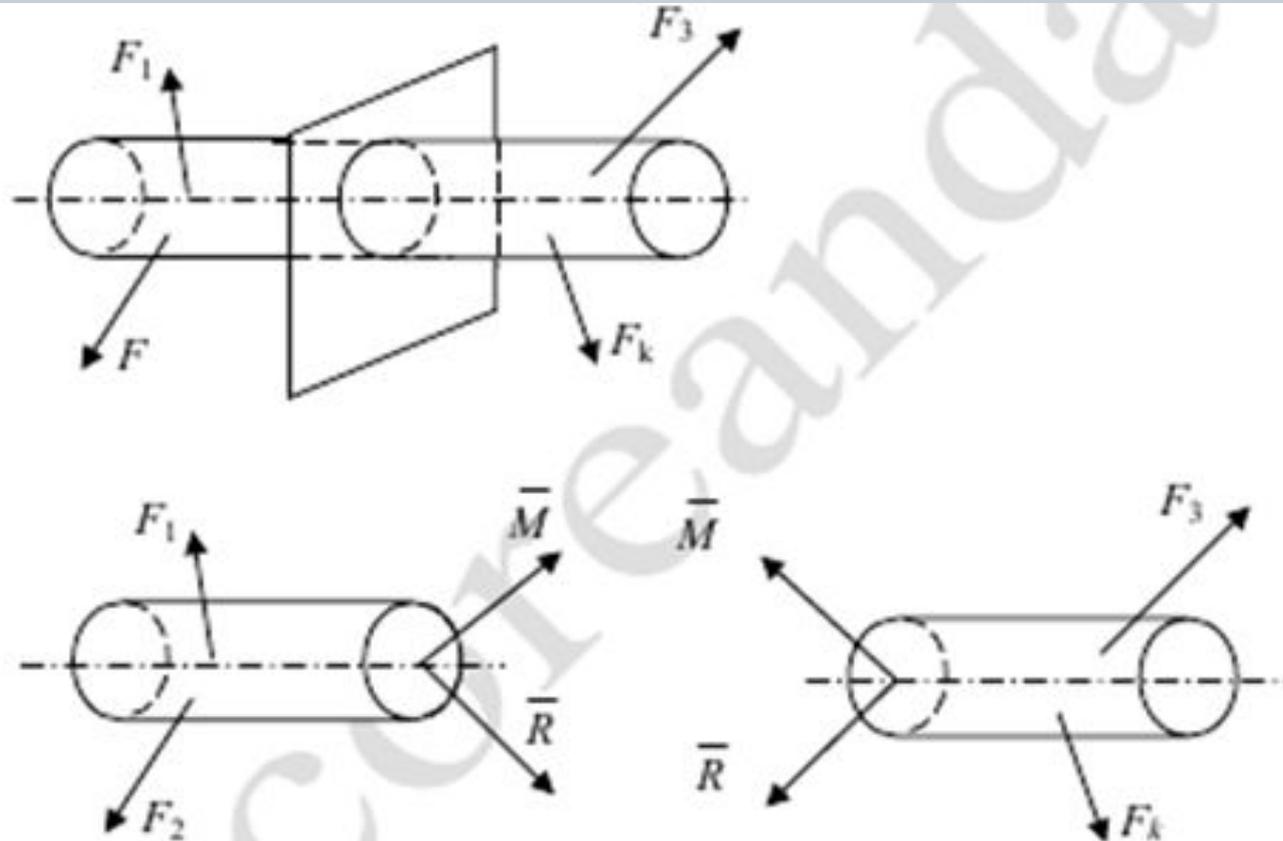
*Угловые деформации* связаны с относительным поворотом одного сечения относительно другого (кручение).

# Метод сечения (РОЗУ)

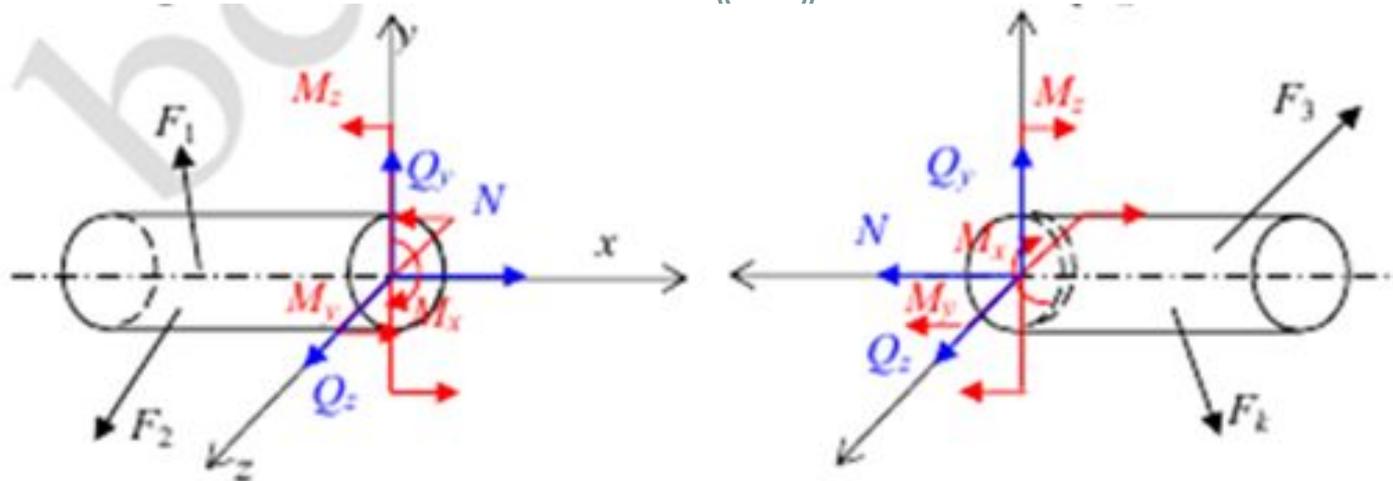


- условно перерезаем тело на две части секущей плоскостью (Р - разрезаем);
- отбрасываем одну из частей (О - отбрасываем);
- заменяем влияние отброшенной части на оставленную внутренними силами (усилиями) (З - заменяем) ;
- из условий равновесия системы сил, действующих на оставленную часть, определяем внутренние силы (В – уравнения равновесия)

# Метод сечения (РОЗУ)



# Метод сечения (РОЗУ)



$N$  – продольная (осевая) сила,  
 $Q_y$  – поперечная (перерезывающая) сила  
 $Q_z$  – поперечная (перерезывающая) сила  
 $M_x$  – крутящий момент  
 $M_y$  – изгибающий момент  
 $M_z$  – изгибающий момент

# Метод сечения (РОЗУ)



$$N + \sum X = 0$$

$$Q_y + \sum Y = 0$$

$$Q_z + \sum Z = 0$$

$$M_x + \sum M_x^2 = 0$$

$$M_y + \sum M_y^2 = 0$$

$$M_z + \sum M_z^2 = 0$$

# Внутренние силовые факторы:



1. В сечении возникает только продольная сила  $N$  – деформация растяжения или сжатия.
2. В сечении возникает только поперечная сила  $Q$  – деформация сдвига.
3. В сечении возникает только крутящийся момент  $M_k$  – деформация кручения.
4. В сечении возникает только изгибающий момент  $M_i$  – деформация чистого изгиба.
5. В сечении одновременно возникает несколько внутренних силовых факторов – сложное сопротивление

# Напряжения



● **Напряжение** – внутренняя сила, отнесенная к единице площади сечения (векторная величина).:

● 
$$p = \frac{F}{A} = \frac{\text{сила}}{\text{площадь}} = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2};$$

- $\sigma$  – нормальное напряжение,
- $\tau$  – касательное напряжение

# Принцип независимости действия

**сил:**

При действии на тело нескольких нагрузок внутренние силы, напряжения, перемещения и деформации в любом месте могут быть определены как сумма этих величин, найденных от каждой нагрузки в отдельности

# Основные гипотезы и принципы



- 1. Гипотеза о сплошности материала:** тело, сплошное и непрерывное до деформации, остается таким же и в процессе деформации.
- 2. Гипотеза об однородности и изотропности:** в любой точке тела и в любом направлении физико-механические свойства материала считаются одинаковыми.
- 3. Гипотеза о малости деформаций:** в сравнении с размерами тела деформации настолько малы, что не изменяют положения внешних сил, действующих на тело.

# Основные гипотезы и принципы



**4. Гипотеза об идеальной упругости:** в заданных малых пределах деформирования все тела идеально упругие, т.е. деформации полностью исчезают после прекращения нагрузок.

**5. Гипотеза плоских сечений:** сечение плоское до деформирования остается плоским и после деформации.

# Закон Гука



*Закон Гука и гипотеза о малости деформаций дают возможность применять принцип суперпозиции (принцип независимости или сложения сил): деформации тела, вызванные действиями нескольких сил, равняются сумме деформаций, вызванных каждой силой.*

# Принцип Сен-Венана



***Принцип Сен-Венана:*** статически эквиваленте системы сил, действующие на малую, сравнительно с общими размерами тела, его часть, при достаточном отдалении от этой части вызывают одинаковые деформации тела.

***Принцип затвердения:*** тело, испытывающее деформирование, затвердело и к нему можно применять уравнения статики.

**Спасибо за внимание!**

